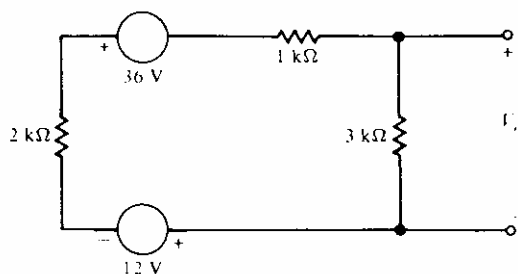


OSNOVI ELEKTRONIKE – Zadaci za vežbu

Kola sa stalnim jednosmernim strujama

1. Odrediti napon V_0 sa slike 1. kao i snagu koje se disipira na otporniku otpornosti $2\text{k}\Omega$.

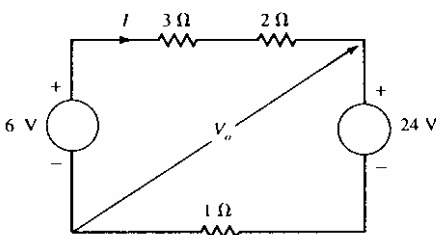


Slika 1.

Rešenje:

$$V_0 = -24V, P = 128mW$$

2. Odrediti napon V_0 , struju I i snagu koje se disipira na otporniku otpornosti 1Ω u kolu sa slike 2.

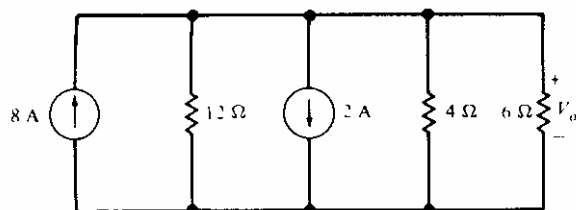


Slika 2.

Rešenje:

$$V_0 = 21V, I = -3A, P = 9W$$

3. Za kolo sa slike 3. odrediti snagu disipiranu na otporniku otpornosti 6Ω .

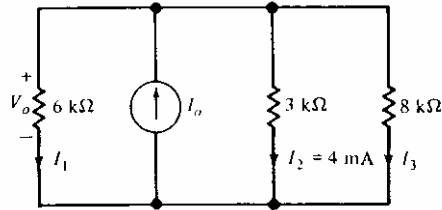


Slika 3.

Rešenje:

$$P = 24W$$

4. U kolu sa slike 4. važi da je struja $I_2 = 4mA$. Odrediti struje I_0 i I_1 .

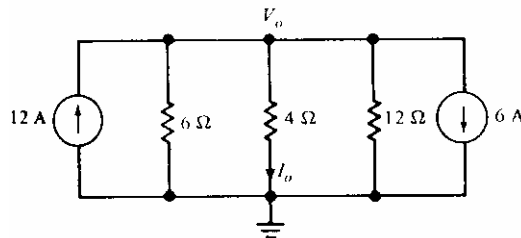


Slika 4.

Rešenje:

$$I_0 = 7.5mA, I_1 = 2mA$$

5. Za kolo sa slike 5. izračunati napon V_0 i struju I_0 .

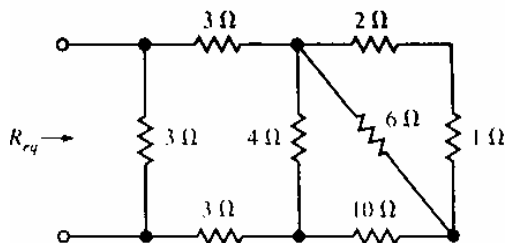


Slika 5.

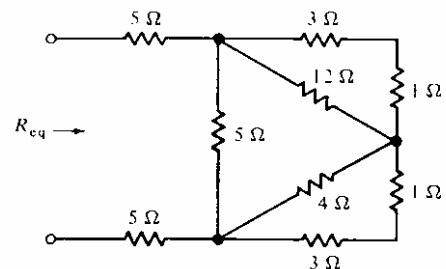
Rešenje:

$$V_0 = 36V, I_0 = 9A$$

6. Odrediti ekvivalentnu otpornost R_{eq} za kola sa slika 6.a) i 6.b).



Slika 6.a)



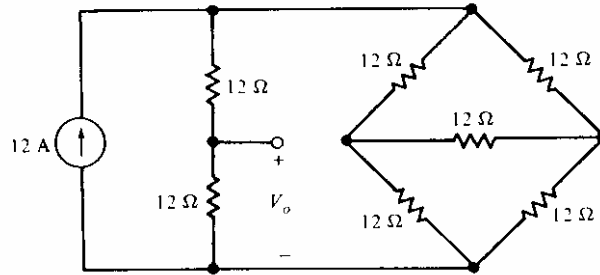
Slika 6.b)

Rešenje:

a) $R_{eq} = 2.25\Omega$

b) $R_{eq} = 12.5\Omega$

7. Izračunati napon V_0 u kolu sa slike 7.

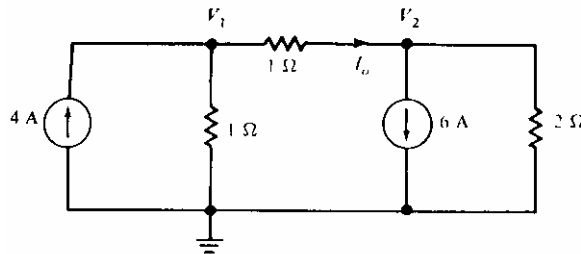


Slika 7.

Rešenje:

$$V_0 = 48V$$

8. Metodom napona čvorova, a zatim i koristeći princip superpozicije odrediti struju I_0 u kolu sa slike 8.

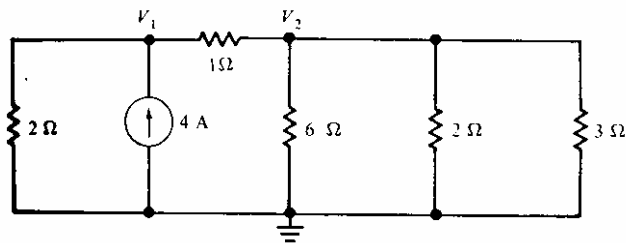


Slika 8.

Rešenje:

$$I_0 = 4A \quad (\text{otpornik kroz koji protiče struja } I_0 \text{ je vrednosti } 1\Omega)$$

9. Metodom napona čvorova odrediti napone čvorova za kolo sa slike 9.

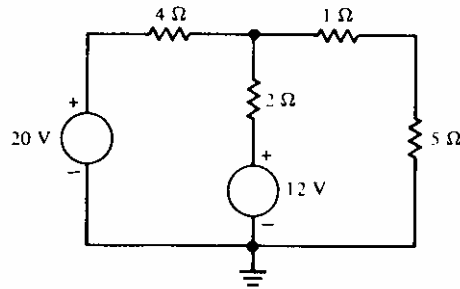


Slika 9.

Rešenje:

$$V_1 = 4V, V_2 = 2V$$

10. Odrediti snage koje ulažu izvori u kolo, a zatim proračunati snage koje se disipiraju na svakom od otpornika sa slike 10.

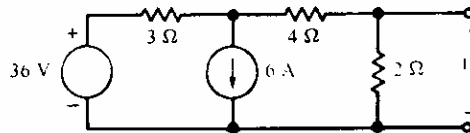


Slika 10.

Rešenje:

$$P_{12V} = 0W, P_{20V} = 40W, P_4 = 16W, P_1 = 4W, P_2 = 0W, P_5 = 20W$$

11. Odrediti napon V_0 za kolo sa slike 11. koristeći princip superpozicije, a zatim zadatak rešiti koristeći transformaciju izvora.

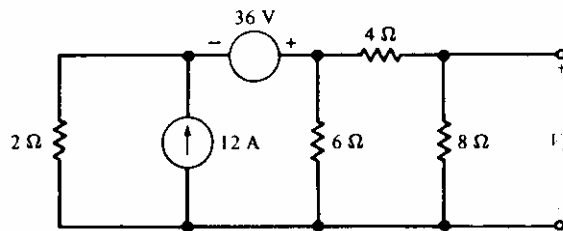


Slika 11.

Rešenje:

$$V_0 = 4V$$

12. Odrediti napon V_0 za kolo sa slike 12. koristeći princip superpozicije, a zatim zadatak rešiti pomoću transformacije izvora.

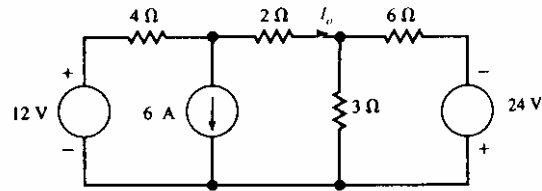


Slika 12.

Rešenje:

$$V_0 = 40 \cdot \frac{2}{3}V$$

13. Odrediti struju I_0 za kolo sa slike 13. koristeći transformacije izvora, a zatim zadatak rešiti pomoću Tevenenove, odnosno Nortonove teoreme.



Slika 13.

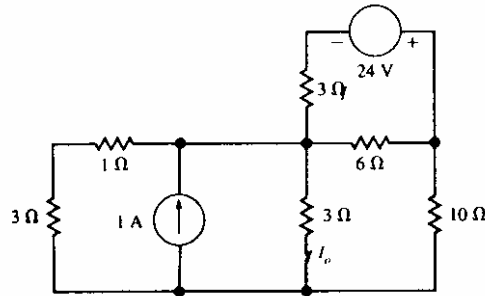
Rešenje:

$$I_0 = -0.5A$$

14. Odrediti napon V_0 za kolo sa slike 11. pomoću Tevenenove, odnosno Nortonove teoreme.

15. Odrediti napon V_0 za kolo sa slike 12. koristeći Tevenenovu, odnosno Nortonovu teoremu.

16. Odrediti struju I_0 za kolo sa slike 16. koristeći transformaciju izvora, a zatim zadatak rešiti koristeći Tevenenovu, odnosno Nortonovu teoremu.

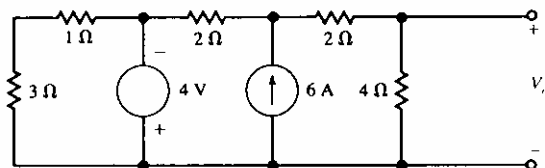


Slika 16.

Rešenje:

$$I_0 = -1/6A$$

17. Odrediti napon V_0 u kolu sa slike 17. koristeći transformaciju izvora, a zatim zadatak rešiti koristeći Tevenenovu, odnosno Nortonovu teoremu.

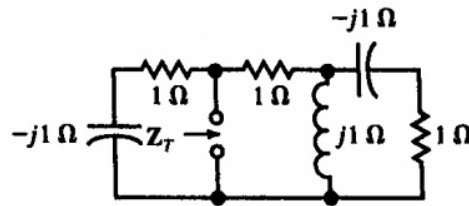


Slika 17.

OSNOVI ELEKTRONIKE

Zadaci za vežbu - Kola sa naizmeničnim strujama

1. Odrediti ekvivalentnu impedansu Z_T u kolu sa slike 1.

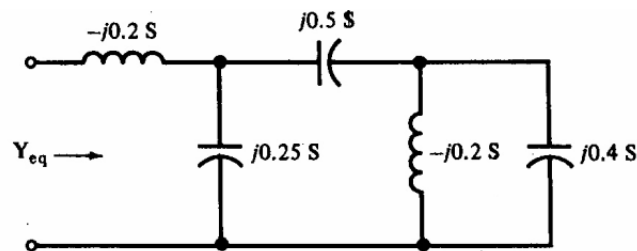


Slika 1.

Rešenje:

$$Z_T = [1 - 0.33j] \Omega.$$

2. Za kolo sa slike 2. odrediti ekvivalentnu admitansu Y_T .

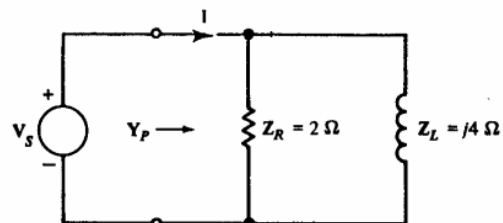


Slika 2.

Rešenje:

$$Y_T = -0.4074j \text{ S}.$$

3. Za kolo sa slike 3. odrediti ekvivalentnu admitansu Y_P a zatim je iskoristiti da bi se odredila struja \underline{I} , ako je $\underline{V}_S = 60 \angle 45^\circ \text{ V}$.

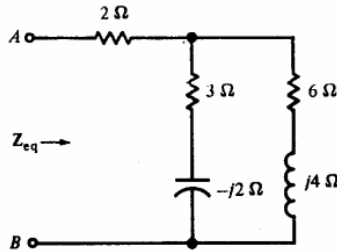


Slika 3.

Rešenje:

$$Y_P = [0.5 - 0.25j] S, \mathbf{I} = (31.8198 + 10.6066j)A.$$

4. Odrediti ekvivalentnu impedansu Z_{eq} u kolu sa slike 4.

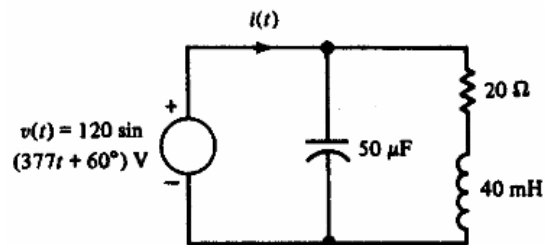


Slika 4.

Rešenje:

$$Z_{eq} = [4.7529 - 0.6118j] \Omega.$$

5. Odrediti struju $i(t)$ u kolu sa slike 5.

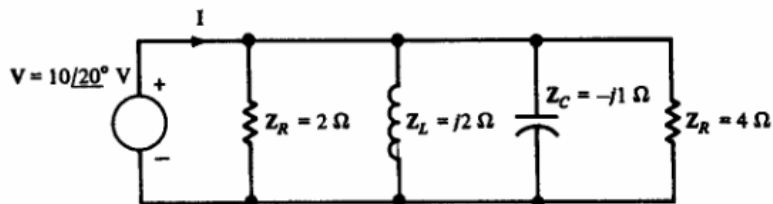


Slika 5.

Rešenje:

$$\mathbf{I} = (3.0017 - 2.4515j)A = 3.8756 \angle -39.24^\circ, i(t) = 3.8756 \sin(377t + 50.76^\circ)A.$$

6. Za kolo sa slike 6. odrediti struju \mathbf{I} .

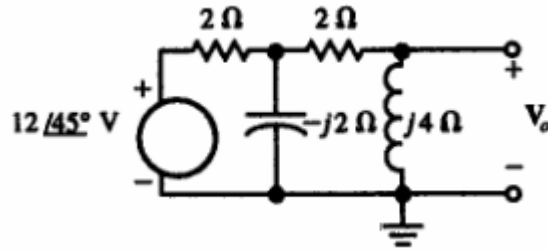


Slika 6.

Rešenje:

$$\mathbf{I} = (5.3376 + 7.2636j)A$$

7. U kolu sa slike 7. odrediti napon V_0 .

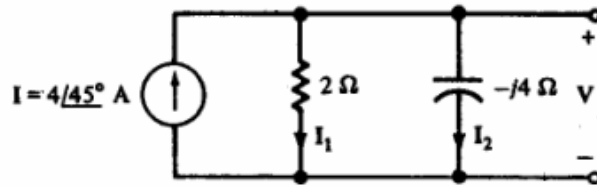


Slika 7.

Rešenje:

$$V_0 = 5.6569(1 + j)V = 8\angle 45^\circ V.$$

8. Odrediti sve struje i napone u kolu sa slike 8..

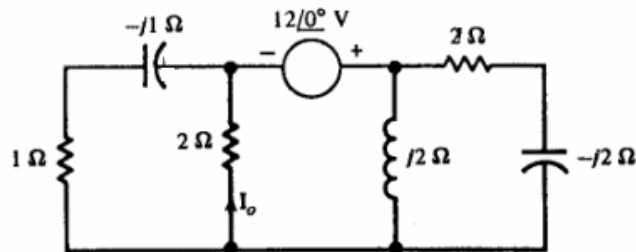


Slika 8.

Rešenje:

$$V = [6.7882 + 2.2627j] V, I_1 = V/2, I_2 = V/(-4j).$$

9. Odrediti struju I_0 u kolu sa slike 9.

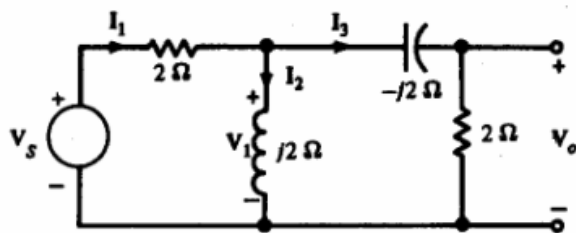


Slika 9.

Rešenje:

$$I_0 = [0.9231 - 1.3846j] A.$$

10. Za kolo sa slike 10. odrediti napon V_s , ako je poznato $V_0 = 8\angle 45^\circ$ V.

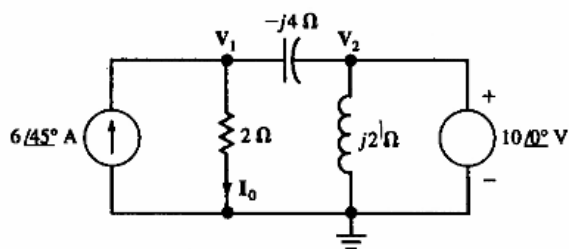


Slika 10.

Rešenje:

$$V_s = 5.64(3 - j)V.$$

11. Za kolo sa slike 11. odrediti struju kroz otpornik koristeći metodu potencijala čvorova.

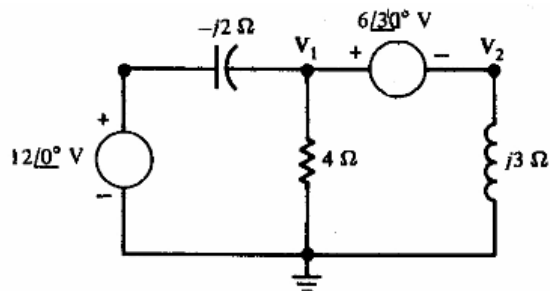


Slika 11.

Rešenje:

$$I_0 = [10/(2-4j) + 16.92(1-j)/(2-4j)] A$$

12. Za kolo sa slike 12. odrediti struju kroz kalem koristeći metodu potencijala čvorova.



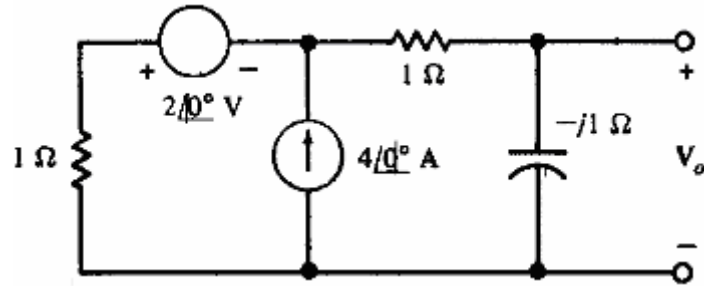
Slika 12.

Rešenje:

$$\frac{V_1}{4} + \frac{V_1 - 12}{-2j} + \frac{V_1 - 3(\sqrt{3} + j)}{3j} = 0, I = \frac{V_1 - 3(\sqrt{3} + j)}{3j}$$

13. Zadatke 11. i 12. rešiti koristeći princip superpozicije, a zatim i korišćenjem Tevenenove, odnosno Nortonove teoreme.

14. Za kolo sa slike 14. odrediti napon V_0 koristeći princip superpozicije. Zadatak zatim rešiti korišćenjem Tevenenove, odnosno Nortonove teoreme.

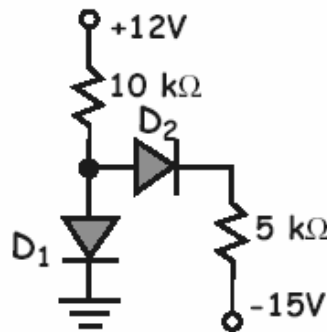


Slika 14.

OSNOVI ELEKTRONIKE

Zadaci za vežbu – Dioda i tranzistor

1. Odrediti struje dioda i napone na diodama u kolu sa slike 1, ako se karakteristike dioda mogu aproksimirati idealnim pri čemu je $V_{ON} = 0.7V$.



Slika 1.

Rešenje:

Pretpostavka i D1 i D2 vode. Dobija se da važi:

$$I_{D2} = \frac{0.7 - 0.7 - (-15)}{5k} = 3.00mA \quad I_{D1} = \frac{12 - 0.7}{10k} - 3.00m = -1.87mA$$

Ako pretpostavimo D1 isključena a D2 vodi, dobija se:

$$I_{D1} = 0A$$

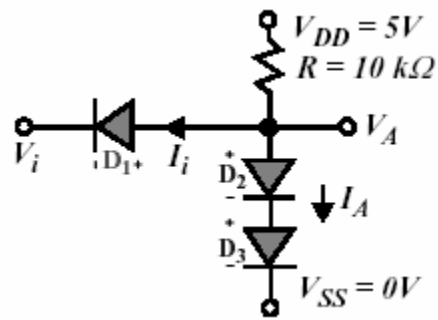
$$I_{D2} = \frac{12 - 0.7 - (-15)}{10k + 5k} = 1.75mA \quad V_{D1} = 12 - 10^4 I_{D2} = -5.53V$$

Radne tačke su:

$$(0A, -5.53V)$$

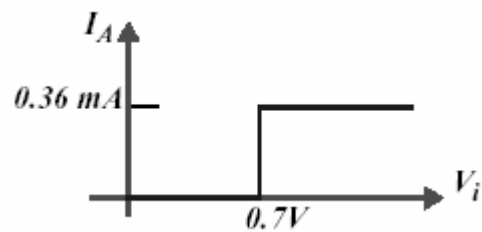
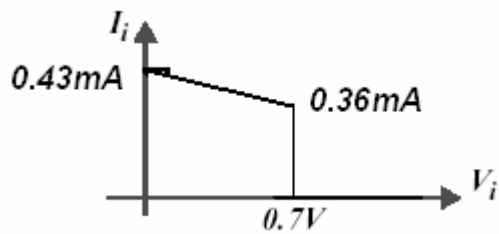
$$(1.75mA, 0.7V)$$

2. Odrediti zavisnosti struja I_i i I_A od napona V_i u kolu sa slike 2. ako se karakteristike dioda mogu aproksimirati idealnim pri čemu je $V_{ON} = 0.7V$.

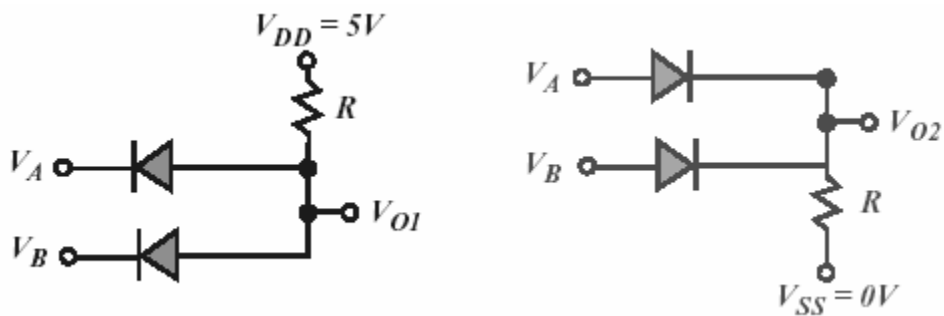


Slika 2.

Rešenje:

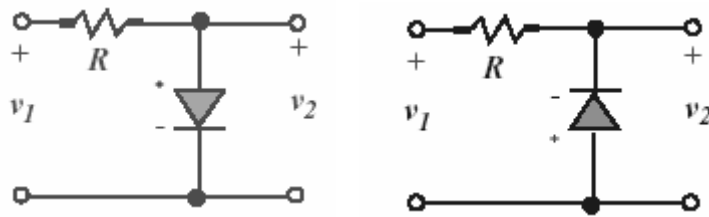


3. Za kolo sa slike 3. odrediti napone V_{O1} i V_{O2} za sve četiri kombinacije vrednosti napona od 0V i 5V za napone V_A i V_B .



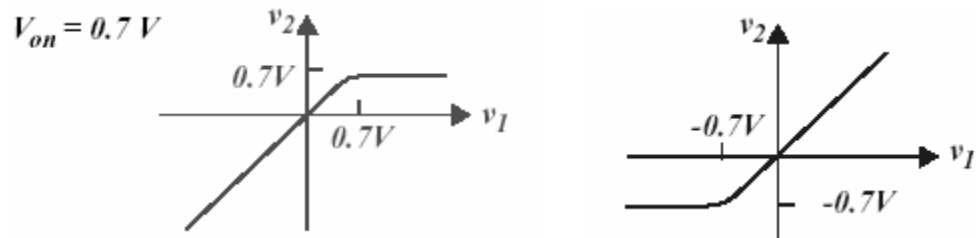
Slika 3.

4. Odrediti napone V_2 u funkciji napona V_1 za kola sa slike 4.

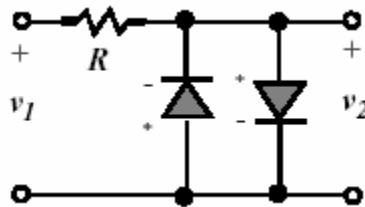


Slika 4.

Rešenje:

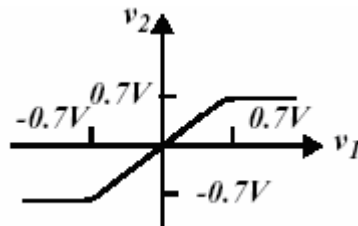


5. Odrediti napon V_2 u funkciji napona V_1 za kolo sa slike 5.



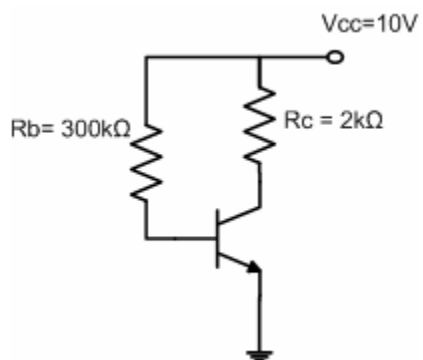
Slika 5.

Rešenje:



Slika 5a).

6 Za kolo sa slike 6. odrediti struje I_B , I_C i napon V_{CE} . Poznato je $\beta_F = 100$.

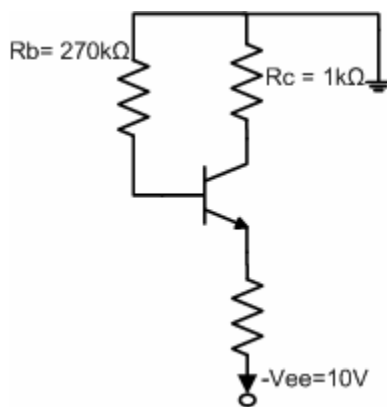


Slika 6.

Rešenje:

$$I_B = 0.031\text{mA}, I_C = 3.1\text{mA}, V_{CE} = 3.8\text{V}$$

7. U kolu sa slike 7. odrediti struje I_B , I_C i napon V_{CE} . Poznato je $\beta_F = 100$.

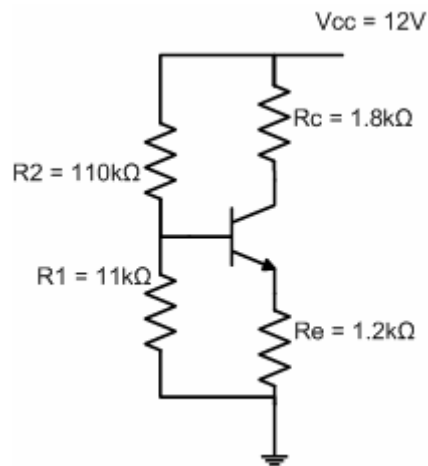


Slika 7.

Rešenje:

$$I_B = 0.0251\text{mA}, I_C = 2.51\text{mA}, V_{CE} = 4.96\text{V}$$

8. Za kolo sa slike 8. odrediti struju I_C i napon V_{CE} . Poznato je $\beta_F = 150$



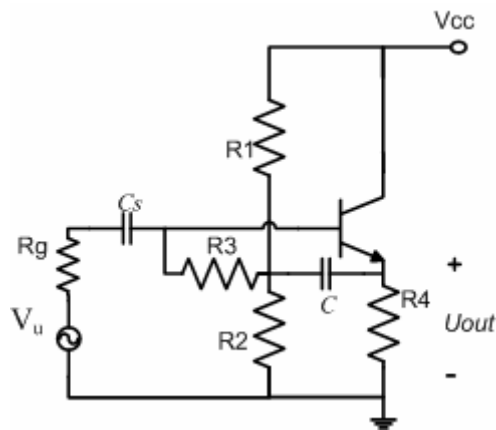
Slika 8

Rešenje:

$$I_C = 0.306\text{mA}, V_{CE} = 11.1\text{V}$$

9. a) Odrediti jednosmerne napone i struje u kolu sa slike 9 ako je poznato $R_g = 6\text{k}\Omega$, $R_1 = R_2 = 12\text{k}\Omega$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$, $R_4 = 1\text{k}\Omega$, $V_{BE} = 0.6\text{V}$, $\beta_F = 100$, $V_{CC} = 10\text{V}$.

b) Odrediti naponsko pojačanje i ulaznu otpornost ako se može smatrati da su kondenzatori veoma velike kapacitivnosti.



Slika 9.

Rešenje:

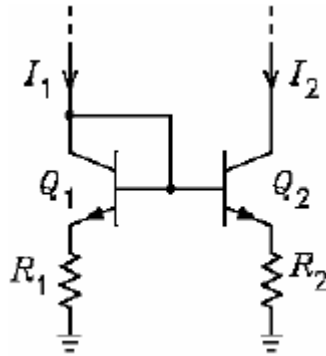
$$I_C = 3.76\text{mA}, I_B = 37.6\mu\text{A}, I_E \approx I_C$$

$$V_E = 3.8\text{V}, V_B = 4.4\text{V}, V_{CE} = 6.2\text{V}$$

$$A_V = 0.93, R_u \approx 87.25\text{k}\Omega$$

10. Odrediti vrednost otpornika R_1 u kolu sa slike 16. ako je poznato:

$$I_1 = 200 \mu\text{A}, R_2 = 100 \Omega, \beta = \infty, V_T = 25 \text{ mV}, I_2 = 25 \mu\text{A}.$$



Slika 10.

Rešenje:

$$\begin{aligned} V_{BE1} &= V_T \ln\left(\frac{I_1}{I_S}\right) & V_{BE2} &= V_T \ln\left(\frac{I_2}{I_S}\right) \\ I_1 R_1 + V_T \ln\left(\frac{I_1}{I_S}\right) &= I_2 R_2 + V_T \ln\left(\frac{I_2}{I_S}\right) \\ \Rightarrow I_1 R_1 - I_2 R_2 &= V_T \ln\left(\frac{I_2}{I_S}\right) - V_T \ln\left(\frac{I_1}{I_S}\right) = V_T \ln\left(\frac{I_2}{I_1}\right) \\ \Rightarrow R_1 &= \frac{1}{I_1} \left[V_T \ln\left(\frac{I_2}{I_1}\right) + I_2 R_2 \right] = -247.4 \Omega \end{aligned}$$

OSNOVI ELEKTRONIKE

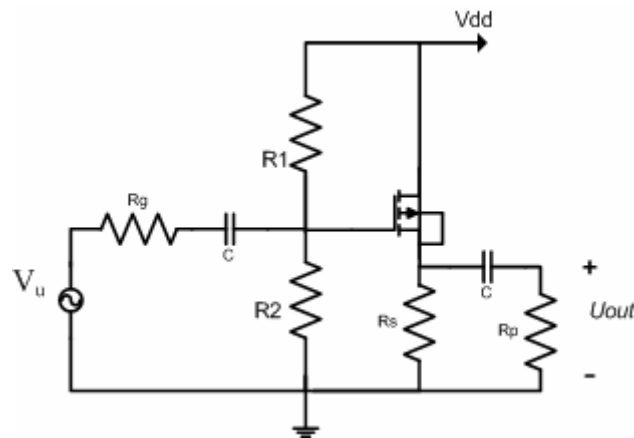
Zadaci za vežbu

1. Za kolo sa slike 1. izračunati:

a) Položaj mirne radne tačke

b) Naponsko pojačanje $A_v = U_{out}/V_u$ i izlaznu otpornost ako je $C \rightarrow \infty$.

Poznato je $R_g = 5k\Omega$, $R_1 = 100k\Omega$, $R_2 = 54,5k\Omega$, $R_s = 2k\Omega$, $R_p = 2k\Omega$, $V_T = 0.6V$, $B = 2mA/V^2$, $V_{dd} = 10V$



Slika 1.

Rešenje:

a) Iz sistema jednačina:

$$I_{DQ} = \frac{B}{2} (V_{GSQ} - V_T)^2$$

$$V_{GSQ} = -R_S I_{DQ} + V_{DD} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

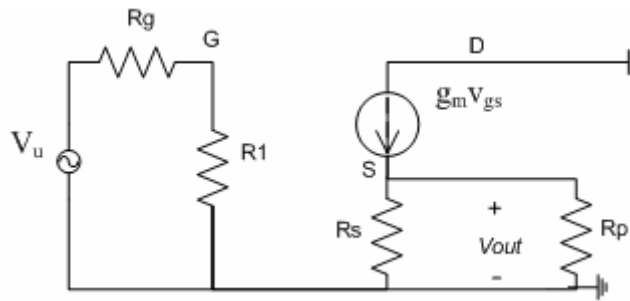
dobija se da važi:

$$I_{DQ} \approx 1.6mA, \quad V_S = 13.2V, \quad V_{GS} = 3.27V,$$

$$V_{DS} = V_{DD} - V_S = 6.8V > V_{GS} - V_T \Rightarrow \text{tranzistor je u zasićenju}$$

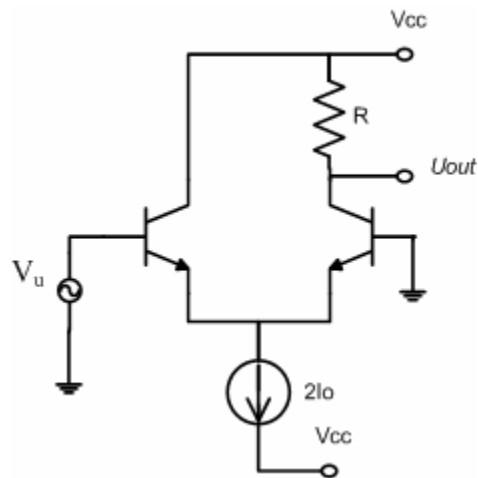
b) Iz šeme za male signale sa slike 1a) dobija se izraz za naponsko pojačanje

$$A_v = \frac{U_{OUT}}{V_u} = \frac{R_1 \parallel R_2}{R_g + R_1 \parallel R_2} \frac{g_m R_S \parallel R_P}{1 + g_m R_S \parallel R_P}$$



Slika 1a)

2. Za kolo sa slike 2. odrediti jednosmerne napone i struje u kolu i izračunati naponsko pojačanje ako je poznato: $I_o = 0.5\text{mA}$, $R = 10\text{k}\Omega$, $V_{BE} = 0.7\text{V}$, $\beta_F = 100$, $V_{CC} = 20\text{V}$, $V_T = 25\text{mV}$.

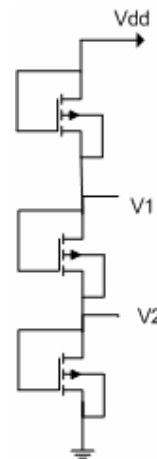


Slika 2.

Rešenje:

$$I_{C1} = I_{C2} = I_o, V_P = V_{CC} - RI_o = 15\text{V}, A_V = g_m R / 2 = I_o R / 2V_T = 100$$

3. Naponski razdelnik prikazan na slici 3. napravljen je od tranzistora identičnih karakteristika $V_T = 0.6\text{V}$, $B = 2\mu\text{A}/\text{V}^2$. Ukoliko je napajanje $V_{DD} = 12\text{V}$ odrediti napone V_1 i V_2 .



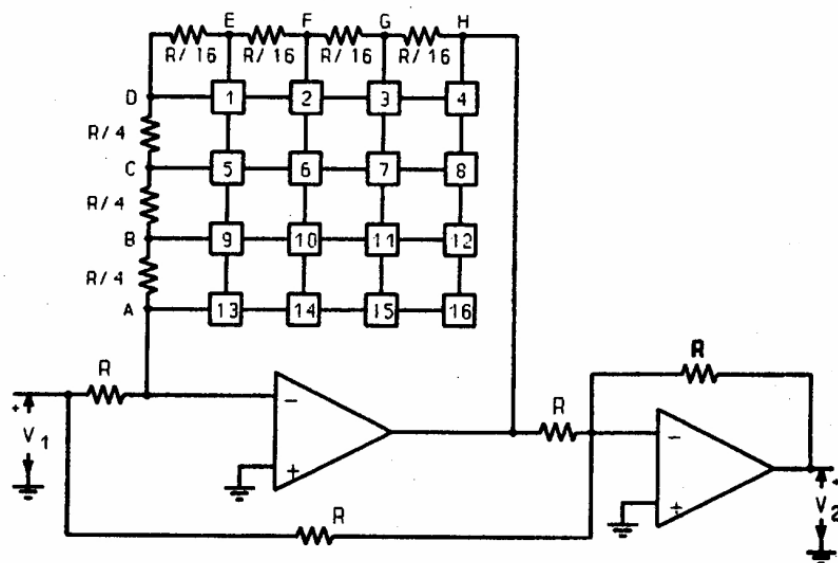
Slika 3.

Rešenje:

Svi tranzistori su u zasićenju sa istim strujama pa su i naponi između gejta i sorsa kod svih tranzistora isti. Odatle sledi da je

$$I_1 = 8V, \text{ a } V_2 = 4V.$$

4. U kolu sa slike 4. dva otpornička niza, vertikalni A, B, C, D i horizontalni E, F, G, H su priključeni na tastaturu. Pritiskanjem jednog tastera kratko se spajaju tačke na vertikalnom i horizontalnom nizu koje su nacrtane u viini tastera. Na primer pritiskanjem tastera 10 spajaju se tačke B i F. Odrediti izlazni napon u funkciji broja n obeleženih tastera. Šta se dešava ako se istovremeno stisnu dva tastera?



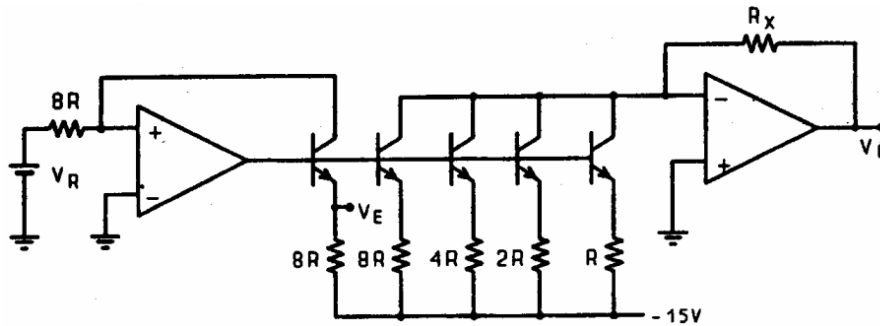
Slika 4.

Rešenje:

$$V_2 = -nV_1/16, \quad n = 1, \dots, 16$$

Zavisi od položaja tastera. Ukoliko su u istoj vrsti ili koloni dobija se izlazni napon koji odgovara većem broju. Za ostale kombinacije to ne važi.

5. Odrediti vrednost izlaznog napona u kolu sa slike 5. ukoliko je poznato da je strujno pojačanje jako veliko i da važi, $R_X = 4k\Omega$, $R = 10k\Omega$, $V_{BE} \approx 0V$, $V_R = 10V$.



Slika 5.

Rešenje:

$$V_E = -15 + 8R \frac{V_R}{R} = -5V$$

$$V_I = R_X (V_E + 15) \left(\frac{1}{8R} + \frac{1}{4R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \right) = 7.5V$$

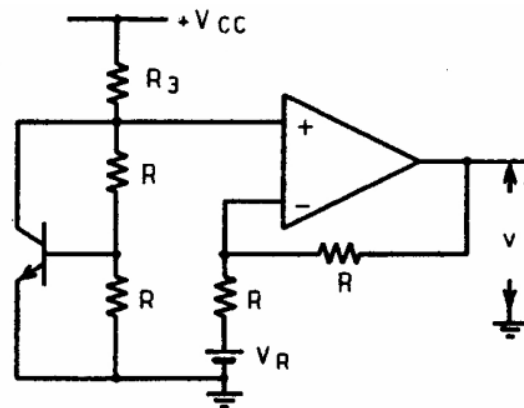
6. Na slici 6. prikazan je elektronski termometar. Napon između baze i emitera se menja sa promenom temperature po zakonu

$$v_{BE} = 0.7V + (-2.5mV / ^\circ C)(T - T^0C).$$

Ostali parametri ne zavise od temperature. Odrediti V_R tako da se na izlazu iz pojačavača dobije linearno promenljiv napon u funkciji temperature koji prolazi kroz koordinatni početak. Koliki je nagib te prave?

Rešenje

$$\begin{aligned} v_I &= 2v^+ - V_R \\ v^+ &= 2v_{BE} \\ V_R &= 2,8V \\ v_I &= -10^{-2}t \\ \text{nagib} &= -10^{-2}V/^\circ C. \end{aligned}$$

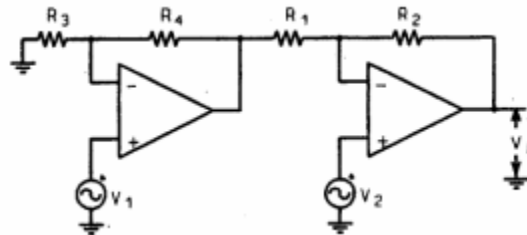


Slika 6.

7. U kolu sa slike 7. odrediti:

a) odnos otpornosti tako da se kolo ponaša kao idealni diferencijalni pojačavač

b) pojačanje A_d i A_s i faktor potiskivanja srednje vrednosti ρ ako je $R_4/R_1 = R_1(1-\varepsilon)/R_2$ za $R_2/R_1 = 99$ i $\varepsilon = 0.01$.



Slika 7.

Rešenje:

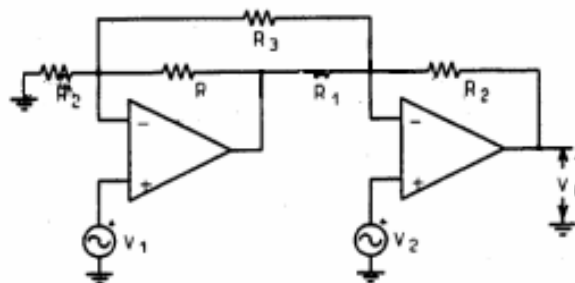
$$a) V_i = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)V_2 - \left(\frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} + \frac{R_2}{R_1}\right)V_1 \Rightarrow \frac{R_4}{R_3} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow A_d = \frac{V_i}{V_2 - V_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$b) V_i = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} - \frac{\varepsilon}{2}\right)(V_2 - V_1) + \varepsilon \frac{V_1 + V_2}{2} = 99.95; A_s = \varepsilon = 0.01; \rho = \frac{A_d}{A_s} = 10^4$$

8 Za kolo instrumentacionog pojačavača sa slike 8. odrediti:

a) pojačanje $A_v = V_i / (V_2 - V_1)$

b) vrednosti komponenta tako da se pojačanje A_v može menjati u granicama od 10 do 100 jednim potencijetrom od 100kΩ.



Slika 8

Rešenje:

$$a) A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} + 2 \frac{R_2}{R_3}$$

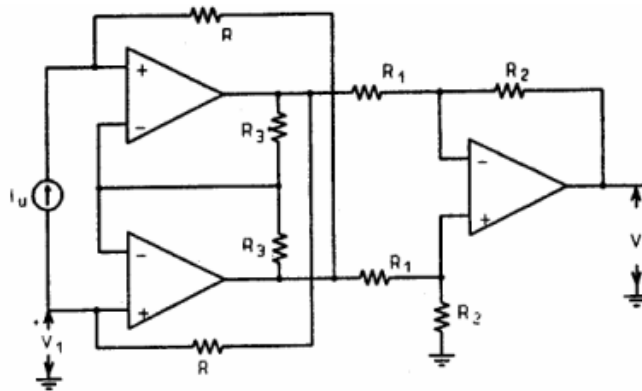
$$b) R_1 = R_2 = 40k\Omega, R_3 \text{ potencijometar} - 10k\Omega$$

$$R_{3\max} = 10k\Omega \Rightarrow A_v = 10$$

$$R_{3\min} = 0.8k\Omega \Rightarrow A_v = 100$$

9. Na slici 9 je prikazan instrumentacioni pojačavač sa strujnim ulazom.

- Odrediti zavisnost $V_i(I_u)$
- Odrediti vrednosti otpornika u kolu tako da osetljivost pojačavača iznosi 10V/mA



Slika 9.

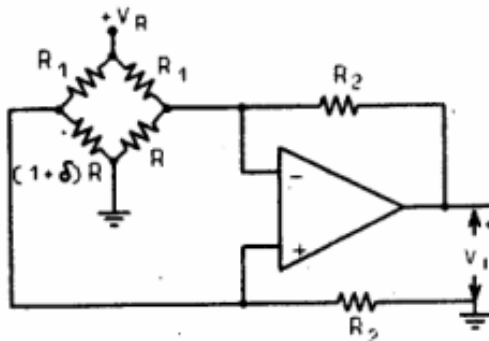
Rešenje:

$$a) V_i = -2R \frac{R_2}{R_1} I_u$$

$$b) R_1 = 50k\Omega, R_2 = 100k\Omega, R_3 = 2.5k\Omega$$

10. U pojačavaču sa slike pokazati da V_i linearno zavisi od $\delta \ll 1$

- Odrediti izlazni napon u kolu sa slike
- Ako je $R(1+\delta)$ platinski detektor kojoj temperaturi odgovara izlazni napon od 2.5?

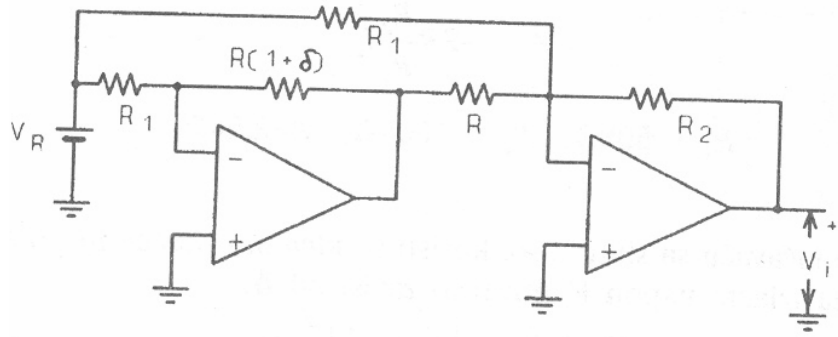


Rešenje

$$V_i = \frac{R_2}{R} V_R \frac{\delta}{\frac{R_1}{R} + (1+\delta) \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)}$$

$$V_i = \frac{R_2}{R} V_R \frac{\delta}{\frac{R_1}{R} + \frac{R_1}{R_2} + 1}$$

11. Odrediti izlazni napon u kolu sa slike 11. Ako je $R(1+\delta)$ platinski detektor sa $R(0^\circ\text{C}) = 100\Omega$ i $\alpha = \frac{\Delta R/R}{\Delta T} = 0.00392/^\circ\text{C}$, $R = 100\Omega$, $V_R = 15\text{V}$ i $R_1/R_2 = 0.588$ odrediti kojoj temperaturi odgovara izlazni napon od 2.5?



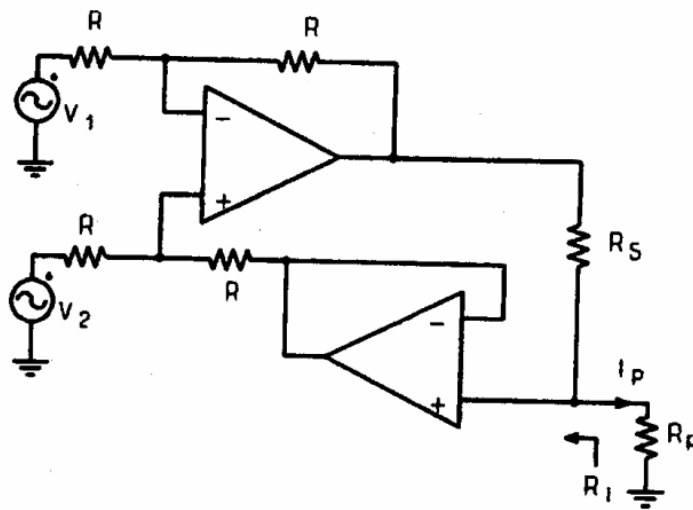
Slika 11.

Rešenje:

- a) $V_i = \frac{R_1}{R_2} V_R \delta$
 b) $T = 25^\circ\text{C}$, $\delta = \alpha \Delta T$

12. Kolo sa slike 12 predstavlja strujni izvor sa diferencijalnim ulazom. Odrediti:

- a) $I_p = f(V_2 - V_1)$
 b) Izlaznu otpornost R_i .



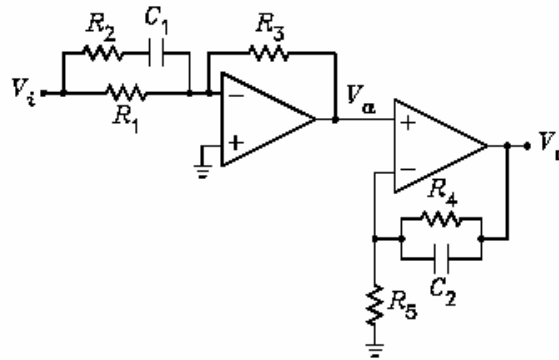
Slika 12.

Rešenje:

a)
$$I_p = I_{RS} = \frac{V_2 - V_1}{R_S}$$

b)
$$R_i = \infty$$

13. Naći funkciju prenosa kola sa slike 13, ako se uvede smena $s = j\omega$, gde je ω učestanost sinunsoidalnog generatora.



Slika 13.

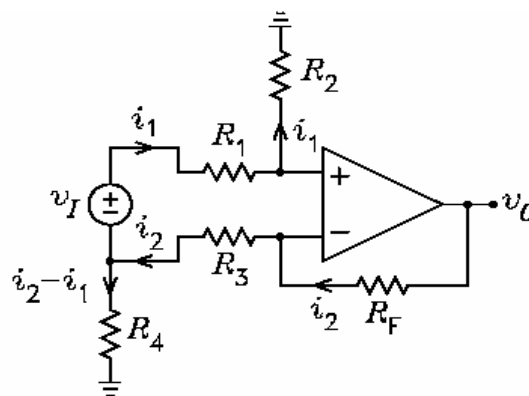
Rešenje:

$$\frac{V_a}{V_i} = -\frac{R_3}{R_1} \frac{1 + (R_1 + R_2) C_1 s}{1 + R_2 C_1 s}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \left(1 + \frac{R_4}{R_5}\right) \frac{1 + (R_4 \parallel R_5) C_2 s}{1 + R_4 C_2 s}$$

14. Odrediti napon na izlazu kola na slici 14. ako važi:

$$R_1 = 3 \text{ k}\Omega, R_2 = 30 \text{ k}\Omega, R_3 = 2 \text{ k}\Omega, R_4 = 8 \text{ k}\Omega, R_F = 20 \text{ k}\Omega.$$

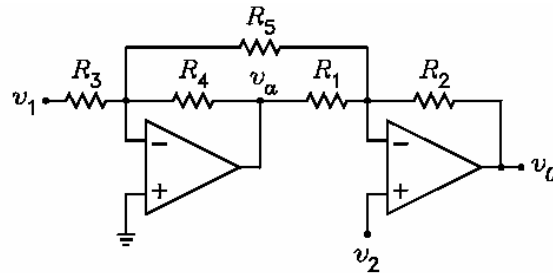


Slika 14.

Rešenje:

$$\begin{aligned}
 v_I &= i_1 R_1 + i_2 R_3 \\
 v_- &= i_2 R_3 + (i_2 - i_1) R_4 & v_+ &= i_1 R_2 \\
 i_2 &= \frac{v_I - i_1 R_1}{R_3} \\
 v_+ &= v_- \implies i_2 = i_1 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4} \implies \frac{v_I - i_1 R_1}{R_3} = i_1 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4} \\
 \implies i_1 &= \frac{\frac{v_I}{R_3}}{\frac{R_1}{R_3} + \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4}} = \frac{v_I}{R_1 + R_3 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4}} \\
 \implies v_O &= \frac{v_I}{R_1 + R_3 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4}} \left(R_2 + R_F \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4} \right) = 10
 \end{aligned}$$

15. Odrediti napon na izlazu kola sa slike 15.



Slika 15.

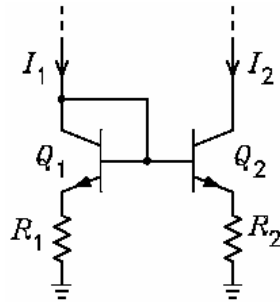
Rešenje:

$$\begin{aligned}
 v_2 &= 0 \\
 v_a &= -\frac{R_4}{R_3} v_1 \\
 v_o &= -\frac{R_2}{R_1} v_a = +\frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} v_1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_1 &= 0 \\
 v_a &= -\frac{R_4}{R_5} v_2 \\
 v_o &= -\frac{R_2}{R_1} v_a + \left(1 + \frac{R_2}{R_1 \parallel R_5} \right) v_2 \\
 &= +\left(\frac{R_2 R_4}{R_1 R_5} + 1 + \frac{R_2}{R_1 \parallel R_5} \right) v_2
 \end{aligned}$$

16. Odrediti vrednost otpornika R_1 u kolu sa slike 16. ako je poznato:

$$I_1 = 200 \mu\text{A}, R_2 = 100 \Omega, \beta = \infty, V_T = 25 \text{ mV}, I_2 = 25 \mu\text{A}.$$



Slika 16.

Rešenje:

$$\begin{aligned} V_{BE1} &= V_T \ln \left(\frac{I_1}{I_S} \right) & V_{BE2} &= V_T \ln \left(\frac{I_2}{I_S} \right) \\ I_1 R_1 + V_T \ln \left(\frac{I_1}{I_S} \right) &= I_2 R_2 + V_T \ln \left(\frac{I_2}{I_S} \right) \\ \implies I_1 R_1 - I_2 R_2 &= V_T \ln \left(\frac{I_2}{I_S} \right) - V_T \ln \left(\frac{I_1}{I_S} \right) = V_T \ln \left(\frac{I_2}{I_1} \right) \\ \implies R_1 &= \frac{1}{I_1} \left[V_T \ln \left(\frac{I_2}{I_1} \right) + I_2 R_2 \right] = -247.4 \Omega \end{aligned}$$